

6. Кострицина, М.Н. Влияние раздельного и совместного применения макроудобрений, серы и цинка на качество яровой пшеницы / М.Н. Кострицина, С.Ф. Спицына, А.В. Паутова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1 (17). – С. 166-169.
7. Черкасов Е.А. Микроэлементы в почвах Ульяновской области и эффективность комплексных микроэлемент-содержащих удобрений в полевых агроценозах: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук.: Саранск, 2014. 8с.
8. Лукин, С.В. Агрохимическое состояние и продуктивность почв Белгородской области. – Белгород: Изд-во Константа, 2004. – 302 с.
9. Сычев, В.Г. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления / В.Г. Сычев, А.Н. Аристархов, А.Ф. Харитонов, В.П. Толстоусов, Н.К. Ефимова, Н.Н. Бушуев. – М., 2009. – 520 с.

## **INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND SULFUR-CONTAINING CONNECTIONS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN OF THE SPRING-SOWN FIELD**

**V. S. Smyvalov, D. A. Zakharova**

**Keywords:** *sulfur, mobile compounds of sulfur, zinc sulfate, magnesium sulfate, productivity, gluten*

*In work influence of mineral fertilizers and sulfur-containing connections on formation of productivity and quality of grain of wheat is considered. It is shown that combined use of mineral fertilizers and sulfate of zinc promotes increase of productivity of a spring-sown field of a grade of Margarine on 0,52 t/hectare, application of the last in pure form – on 0,47 t/hectare. Grain with the maintenance of a gluten at the level of 29% allows to receive sulfur-containing compounds of zinc.*

УДК 631.582+633.11

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНЬЕВ И НАКОПЛЕНИЕ БИОГЕННЫХ РЕСУРСОВ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВЫ В БИОЛОГИЗИРОВАННЫХ СЕВООБОРОТАХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ**

**А.Л. Тойгильдин**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
т. 8(8422) 55-95-81, e-mail: [atoigildin@yandex.ru](mailto:atoigildin@yandex.ru)

**В.И. Морозов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
т. 8(8422) 55-95-75, e-mail: [morozov31@list.ru](mailto:morozov31@list.ru)

**М.И. Подсевалов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
т. 8(8422) 55-95-75, e-mail: [zemledelugsna@yandex.ru](mailto:zemledelugsna@yandex.ru)

**С.В. Шайкин**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
т. 8(8422) 55-95-75, e-mail: [swshaikin@yandex.ru](mailto:swshaikin@yandex.ru)

ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия  
имени П.А. Столыпина», г. Ульяновск

**Ключевые слова:** *продуктивность, бобовые фитоценозы, факторы формирования урожая, плодородие почвы, биогенные ресурсы плодородия.*

**Аннотация:** *В статье приводятся данные о вкладе предшественников, обработки почвы и удобрений в формирование урожайности и продуктивности звеньев с зерновыми бобовыми культурами и пшеницей, приведены данные по влиянию звеньев и органоминеральных систем удобрений на накопление биогенных ресурсов плодородия почвы.*

**Введение.** В земледелии лесостепи Поволжья сохраняется острый дефицит органического вещества в энергетическом балансе агробиогеносов. Не приостановлены эрозионные процессы и фитосанитарная напряженность, что истощает плодородие сельскохозяйственных угодий. Необходимы альтернативные подходы в разработке биогенной интенсификации воспроизводства плодородия почвы на основе совершенствования структуры посевных площадей и биологизации земледелия.

Сущность биологизированной системы земледелия, по нашему мнению, состоит, в частности, в обогащении почвы органическим веществом, в том числе за счет биогенной интенсификации, в использовании ресурсов симбиотического азота бобовых агрофитоценозов, в повышении конкурентоспособности полевых культур к сорным растениям и их устойчивости к вредным организмам, в использовании биопрепаратов, регуляторов роста и др. [1, 2, 3].

Учитывая широкие возможности системы биологизации земледелия, приемы их применения требуют детального изучения в различных почвенно-климатических условиях.

Цель нашей работы: оценить вклад факторов формирования урожайности зерновых бобовых культур и продуктивности звеньев севооборотов с пшеницей и обосновать приёмы биогенной интенсификации земледелия лесостепи Поволжья.

**Материалы и методы исследования.** Наши исследования проводятся в 3-х факторном полевом опыте, который включает четыре 6-польных севооборота (фактор А): 1) зернопаровой 2) зернотравяной с кострцом 3) зернотравяной с люцерной 4) зернотравяной с эспарцетом. В каждом из них возделывание культур ведётся с применением двух технологий обработки почвы – фактор В ( $B_1$ - комбинированная в севообороте и  $B_2$ -поверхностно-минимизированная) и двух органоминеральных систем удобрений

(Фактор С) в I-м, II-м и III-ем севооборотах:  $C_1$  - навоз + NPK и  $C_2$  - солома +NPK, в IV-ом севообороте  $C_3$  - сидерат + NPK  $C_4$  -сидерат + солома + NPK. Навоз вносили в паровые поля по 40 т/га, солому после ее измельчения при обмолоте зерновых, гороха и вики. С 2009 года исключено применение навоза. При этом органоминеральная система удобрения NPK + солома применялась в расчете на два уровня планируемой урожайности полевых культур [4].

Площади расщепленных делянок 560, 280 и 140 кв. м посевной площади (метод смешивания). Размещение делянок, систематическое, повторность трехкратная.

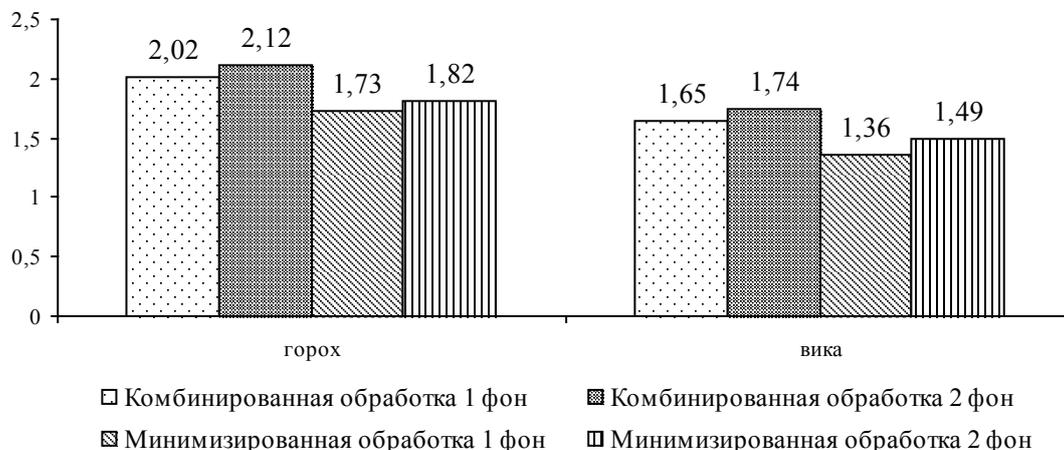
Факторы биологизации: биологический азот бобовых, солома, пожнивно-корневые остатки, сидераты, органоминеральные системы удобрений.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый.

Анализ метеорологических условий показал их значительную вариабельность за годы проведения исследований. По величине гидротермического коэффициента за май-июнь, годы можно ранжировать следующий ряд: 2010 (0,23) > 2009 (0,54) > 2008 (0,55) > 2007 (0,88) > 2006 (0,97) > 2011 (2,14).

**Результаты и их обсуждение.** Чередование культур по совместимым предшественникам оказывает существенное воздействие на плодородие почвы и продукционный процесс растений как малозатратный приём управления веществом-энергетическими потоками. Благодаря севообороту интегрируются функциональные связи всех элементов системы земледелия [5, 6, 7].

В нашем опыте средобразующие функции зернобобовых культур состояли в улучшении режима органического вещества почвы за счет послеуборочной фитомассы в виде соломы и пожнивно-корневых остатков, накопления биологического азота посредством симбиотической азотфиксации. Об изменении



**Рисунок 1 - Урожайность гороха и вики в зависимости от обработки почвы и систем удобрений (в среднем за 2006-2011 гг.)**  
 $HCP_{05} = 0,1-0,2$ ;  $HCP_{виc} = 0,06-0,13$

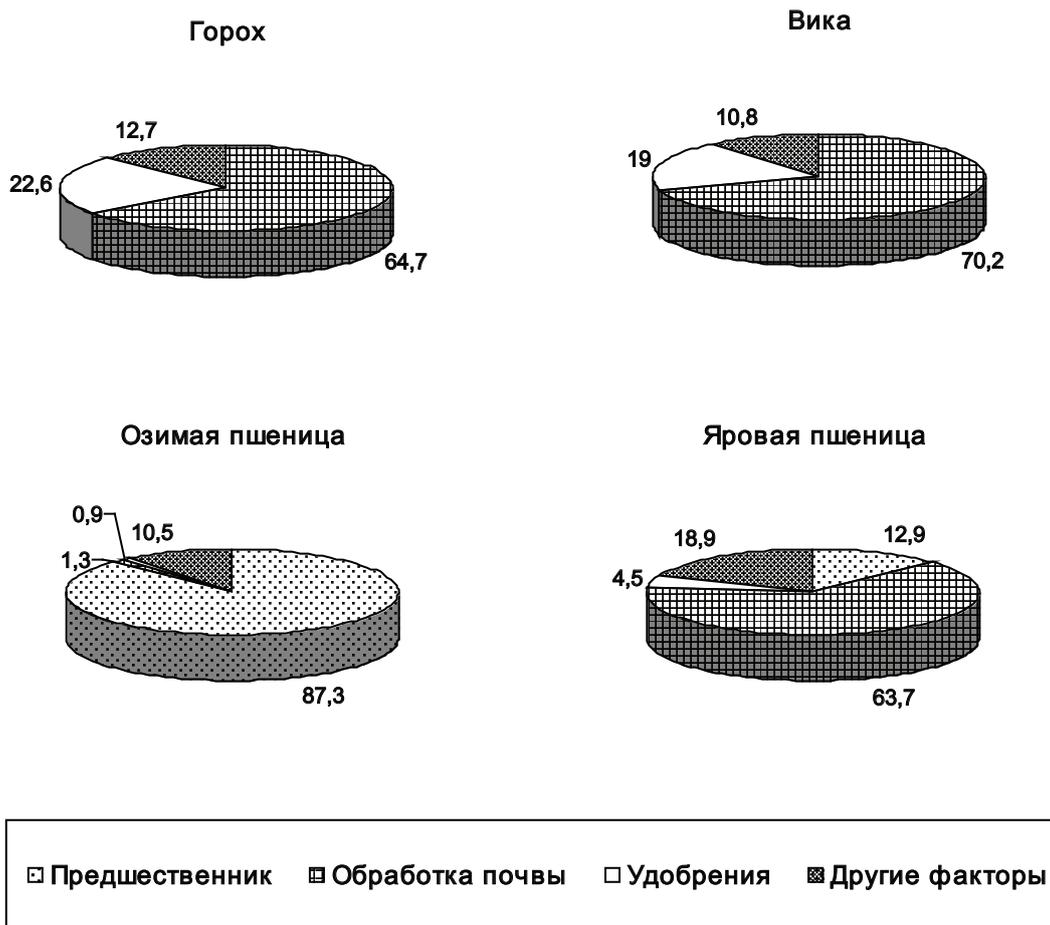


Рисунок 2 - Вклад факторов в формирование урожайности полевых культур за 2006-2011 гг., %

ях урожайности гороха и вики можно судить по данным на рис. 1.

Оценка вклада изучаемых факторов в формирование урожайности гороха показала, что на 64,7 % её изменения были обусловлены влиянием обработки почвы с преимуществом комбинированной системы в севообороте. Доля удобрений составила 22,6 %. При формировании урожайности вики вклад обработки почвы составлял 70,2 % и удобрений 19,0 % (рис. 2).

Внесение измельченной соломы предшествующей культуры под горох и вику в сочетании с комбинированной обработкой почвы обеспечивало повышение активности бобово-ризобияльного симбиоза бобовых, вовлечение дополнительных ресурсов биологического азота и сбор растительного белка, что обосновано в предыдущих работах авторов [8, 9, 10].

Урожайность озимой пшеницы в среднем за 2006-2011 гг. в звене с чистым паром составила 3,48 т/га, что на 0,56 т/га больше, чем в севообороте после гороха, на 0,6 т/га после вики и на 0,43 т/га больше чем после сидерального пара. Дисперсионный анализ урожайных данных озимой пшеницы за 2006-

2011 годы показал, что на 87,3 % ее изменений вызваны предшественниками, а 1,9 % связаны с обработкой почвы и лишь 0,9 % приходится на удобрения. Такие различия в эффективности предшественников, обработки почвы и удобрений обусловлены неодинаковой влагообеспеченностью растений после различных предшественников [11].

Оценка урожайности яровой пшеницы показала последствие паровых предшественников, с которыми изменение 12,9 % урожайности, однако наибольшее влияние оказывала система обработки почвы (63,7 %). Удобрения оказывали равноценное влияние на урожайность яровой пшеницы. В зернопаровом севообороте урожайность яровой пшеницы в среднем за 2006-2011 гг. составила 2,68 т/га, во 2-ом, в севообороте с горохом 2,56 т/га, в 3-ем, с викой 2,62 т/га и в 4-ом, с сидеральным паром 2,67 т/га. В среднем по севооборотам прибавка по комбинированной обработке почвы составила 0,38 т/га. Изменения урожайности культур в зависимости от обработки почвы можно объяснить лучшей влагообеспеченностью посевов там, где применялась комбинированная обработка [12].

Наибольшая продуктивность по выходу зерно-

**Таблица 1 - Продуктивность звеньев с зернобобовыми культурами и пшеницей в севооборотах (в среднем за 2006-2011 гг.), тыс./га условных зерновых единиц**

Звенья севооборотов Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Фон питания Фактор С		±	Среднее по факторам	
		1-ой	2-ой		А	В
Пар чистый – оз. пшеница – яр. пшеница	V <sub>1</sub>	2,13	2,14	+0,01	<u>2,05</u>	2,49
	V <sub>2</sub>	1,97	1,99	+0,02	100	
Горох - оз. пшеница – яр. пшеница	V <sub>1</sub>	2,84	2,89	+0,05	<u>2,72</u>	100
	V <sub>2</sub>	2,54	2,61	+0,07	133	
Вика – оз. пшеница - яровая пше- ница	V <sub>1</sub>	2,76	2,80	+0,04	<u>2,65</u>	2,27
	V <sub>2</sub>	2,49	2,53	+0,04	129	
Пар сидер. – оз. пшеница – яр. пшеница	V <sub>1</sub>	2,16	2,19	+0,03	<u>2,09</u>	91
	V <sub>2</sub>	1,99	2,02	+0,04	102	
<b>Среднее по фактору С</b>		<b>2,36</b>	<b>2,40</b>	<b>+0,04</b>	-	-

**Таблица 2 – Поступление в почву биогенных ресурсов в звеньях с зернобобовыми и пшеницей за 2006-2008 гг. (абсолютно сухое вещество), т/га**

Звенья севооборотов	Обработ- ка почвы	Фон удобре- ний	Фитомасса			Всего фи- то-массы	Навоз	Всего орга- нического вещества
			ПКО	Солома	Сидерат			
Пар чистый-озимая пшеница-яровая пше- ница	V <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	2,12	-	-	2,12	2,66	4,78
		C <sub>2</sub>	2,11	3,40	-	5,51	-	<b>5,51</b>
	V <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	2,00	-	-	2,00	2,66	4,66
		C <sub>2</sub>	1,98	3,14	-	5,12	-	<b>5,12</b>
Горох-озимая пшеница- яровая пшеница	V <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	2,47	-	-	2,47	2,66	5,13
		C <sub>2</sub>	2,49	3,90	-	6,19	-	<b>6,19</b>
	V <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	2,24	-	-	2,24	2,66	4,90
		C <sub>2</sub>	2,27	3,32	-	5,59	-	<b>5,59</b>
Вика-озимая пшеница- яровая пшеница	V <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	2,46	-	-	2,46	2,66	5,12
		C <sub>2</sub>	2,48	3,85	-	6,33	-	<b>6,33</b>
	V <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	2,32	-	-	2,32	2,66	4,98
		C <sub>2</sub>	2,30	3,48	-	5,78	-	<b>5,78</b>
Сидерат-озимая пше- ница яровая пшеница	V <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	2,86	-	1,54	4,40	-	4,40
		C <sub>4</sub>	2,84	3,21	1,49	7,54	-	<b>7,54</b>
	V <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	2,61	-	1,24	3,85	-	3,85
		C <sub>4</sub>	2,63	2,95	1,29	6,87	-	<b>6,87</b>

вых единиц была получена во II и III звеньях с занятыми парами (горох и вика на зерно) - 2,72 и 2,65 т/га соответственно, что составляет 133-129 % к продуктивности зернопарового звена (табл. 1).

В IV звене с сидеральным паром зерновая продуктивность составила 102 % к первому севообороту. Анализ эффективности фонов питания показывает их равнозначное влияние на продуктивность в севооборотах, разница варьировала от 0,01 до 0,07 тыс./га.

Продуктивность звеньев в среднем за 6 лет (2006-2011 гг.) возрастала при применении комбинированной обработки почвы в звеньях севооборотов на 9 %.

Рассматривая почву как компонент агроэкосистемы необходимо учитывать её экологические функции – сохранение замкнутого биотического круговорота вещества и энергии, что означает поддерживать

плодородие за счет воспроизводимых биогенных ресурсов в агроценозах. Отчуждение урожая без компенсации плодородия затрудняет выполнение процессов саморегуляции, ослабляются средообразующие и природоохранные функции агроценозов, снижается их продуктивность, что можно характеризовать как истощительное природопользование [13].

Данные о накоплении биогенных ресурсов приведены в таблице 2. По поступлению в почву фитомассы выделялся второй фон органоминеральной системы удобрений, где превалировала солома зернобобовых культур и пшеницы. Меньше всех растительных остатков поступало в звене севооборотов с чистым паром 4,78 т/га по 1-ой системе удобрений и 5,51 по 2-ой на варианте с комбинированной системой обработки почвы. По минимизированной системе обработки почвы складывалась аналогичная ситу-

ация, но поступление органического вещества было меньше и составило 4,66 и 5,12 т/га соответственно.

В звеньях с зернобобовыми культурами и пшеницей накопление биогенных ресурсов возросло за счет массы пожнивно - корневых остатков и соломы парозанимающих культур. В звене с горохом по комбинированной обработке почвы по первому фону накопление органического вещества составило 5,13 т/га и по второму фону – 6,19 т/га, что несколько выше, чем по минимальной обработке почвы. В звене с вики отмечалось преимущество тех же вариантов, а накопление массы органического вещества находилось примерно на том же уровне.

Поступление в почву биогенных ресурсов в звене с сидеральным паром по органоминеральной системе сидерат + NPK составило по комбинированной обработке почвы – 4,40 т/га и по минимальной – 3,85 т/га.

Преимущество по накоплению органического вещества в сравнении со всеми вариантами отмечалось за системой удобрений сидерат + солома + NPK, где накапливалось от 6,87 т/га по минимальной системе обработки почвы до 7,54 т/га по комбинированной в севообороте.

Следует отметить, что при возделывании гороха в почву поступало по 2-ому фону удобрений 5,05 т/га органического вещества с содержанием 72,4 кг/га азота, а вики соответственно 3,71 т/га и 59,5 кг/га, что является определенным вкладом в оптимизацию режима органического вещества и укрепление азотного фонда почвы.

По мнению многих авторов [14, 15, 16] биологизация земледелия, в первую очередь, в том, чтобы поддерживать круговорот вещества и энергии в агроэкосистемах, уделяя особое внимание биологическому азоту. По нашим данным накопление био-

логического азота в фитомассе гороха изменялось от 144 до 156 кг/га по комбинированной обработке почвы и от 126 до 133 кг/га по минимизированной. Наибольшая продуктивность симбиотической фиксации азота в посевах гороха обеспечивает комбинированная в севообороте обработка почвы на фоне органоминеральной системы удобрений солома + NPK. Минимизированная обработка была менее эффективна. Внесение соломы предшествующей культуры, как по комбинированной обработке, так и по минимизированной, повышало азотфиксирующую активность гороха по сравнению с минеральным фоном.

#### **Выводы:**

1. Дальнейшее совершенствование систем земледелия связано с диверсификацией структуры посевных площадей, биологизацией севооборотов и биогенной интенсификацией.

2. Продуктивность звеньев севооборотов с зернобобовыми культурами и пшеницей (горох (вика) - озимая пшеница - яровая пшеница) составила 2,65-2,72 тыс./га зерновых единиц, что выше, чем в звене с чистым паром (чистый пар - озимая пшеница - яровая пшеница) на 29-33 %.

3. Комбинированная система обработки почвы обеспечила повышение продуктивности паровых звеньев севооборотов на 9 % в сравнении с поверхностно-минимизированной системой. Органоминеральные системы удобрений оказывали равнозначное влияние на продуктивность изучаемых звеньев.

4. Наибольшее накопление биогенных ресурсов плодородия почвы, отмечалось по системам удобрений солома + NPK (5,12 - 6,33 т/га) и солома + сидерат + NPK (6,87 - 7,54 т/га), за счет органической массы соломы и сидератов.

#### **Библиографический список:**

1. Морозов, В.И. Биологизация севооборотов и регулирование плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин // Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы Материалы международной научно-практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика Международной академии аграрного образования, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Владимира Ивановича Морозова. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. 2011. С. 176-187.
2. Тойгильдин, А.Л. Бобовые фитоценозы в биологизации севооборотов и накоплении ресурсов растительного белка // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Кинель. 2007. С.16
3. Шарафутдинова, К.Ч. Оптимизация системы удобрения ячменя на основе биологизации технологии его возделывания/ К.Ч. Шарафутдинова, И.А. Тойгильдина, Е.А. Яшин // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАЕН, Заслуженного работника высшей школы РФ Костина Владимира Ильича. Главный редактор В.А. Исайчев.- Ульяновск - 2014.- С. 120-122.
4. Морозов, В.И. Полевой опыт как метод познания и практического освоения инновационных технологий / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии- 2012. - № январь - март 2012 №1 (17) - С. 40-44.1. Воробьев, С.А. Севообороты интенсивного земледелия. М. «Колос», 1979
5. Лыков, А.М. Концептуальные основы плодородия агробиогенных экосистем и его воспроизводства в ландшафтных системах земледелия/ А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков// Агро XXI, 2001, №7-8. с.22-23

6. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы. – М. ВНИИА, 2012. – с. 512
7. Морозов, В.И. Биологизация севооборотов и их синергетическая эффективность в управлении плодородием почвы в лесостепи Поволжья / Морозов В.И. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 36.
8. Морозов, В.И. Биопродуктивный потенциал зерновых бобовых агрофитоценозов в биологизированных севооборотах лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Н.А. Хайртдинова // В сборнике: Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика Международной академии аграрного образования, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Владимира Ивановича Морозова. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия; Редколлегия: Морозов В.И., Дозоров А.В., Исайчев В.А., Тойгильдин А.Л., Хлынов Д.Н. 2011. С. 187-193
9. Морозов, В.И. Продуктивность паровых звеньев севооборотов с озимой пшеницей и плодородие почвы в лесостепи Поволжья Морозов В.И., Тойгильдин А.Л., Асмус А.А., Хайртдинова Н.А. // В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения Материалы II Международной научно-практической конференции. 2010. С. 107-113.
10. Хайртдинова, Н.А. Зерновые бобовые агрофитоценозы в биологизации севооборотов и регулирование плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья/ Н.А. Хайртдинова // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Самарская государственная сельскохозяйственная академия. Кинель, 2010
11. Подсевалов, М.И. Водный режим и продуктивность звеньев севооборотов с озимой пшеницей в условиях лесостепи Поволжья // М.И. Подсевалов, А.А. Асмус // Аграрный научный журнал. 2007. № 4. С. 13-15.
12. Морозов, В.И., Вклад факторов в изменение засоренности и формирование урожайности яровой пшеницы при биологизации ее технологии в условиях Среднего Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, И.К. Милодорин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1 (25). С. 19-23
13. Лыков, А.М. Органическое вещество пахотных почв/ А.М. Лыков, А.М. Еськов, М.Н. Новиков. М.: Россельхозакадемия. – 2004, - с. 630
14. Кирюшин, В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов/ В.И. Кирюшин. М.: КолосС, 2011. - 443 с.
15. Морозов, В.И. Средообразующие функции зернобобовых культур при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья / В.И. Морозов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 1. С. 3-15.
16. Кутузова, А.А. Средообразующие функции луговых экосистем /Кутузова, А.А. // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сборник научных трудов, выпуск 1 (49)/ Всероссийский НИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М: Угрешская типография, 2014, с.72-81

## **EFFICIENCY OF A LINK AND THE ACCUMULATION OF BIOGENIC RESOURCES OF SOIL FERTILITY IN FOREST-STEPPE BIO- CROP ROTATIONS VOLGA**

**A.L. Toigildin, V.I. Morozov, M.I. Podsevalov, C.V. Shaikin**

**Keywords:** *productivity, bean plant communities, factors of crop, soil fertility, fertility biogenic resources.*

*This article presents data on the contribution of precursors, tillage and fertilizer in the formation of productivity and efficiency units with grain legumes and wheat, presents data on the effect of organic units and systems of fertilizers on the accumulation of biogenic resources of soil fertility.*